

STRUCTURAL REPORT STATISCHE BERECHNUNG

TRUSS-SYSTEM / TRAVERSEN-SYSTEM
CT-RIGGING-TOWER

10131

COMMISSION AUTHORITY/ AUFTRAGGEBER:

Prolyte Products Group

Industriepark 31
NL-9351 Leek
The Netherlands

THE FOLLOWING STRUCTURAL CALCULATION IS ONLY PREPARED FOR MEDIA
SPECTRUM GMBH & CO. KG.

IF THIS CALCULATION SHOULD BE PASSED ON TO A THIRD PARTY YOU NEED THE
WRITTEN PERMISSION OF THE AUTHORIZED PERSON.

ANY PUBLISHING OF THIS CALCULATION IS NOT ALLOWED.

DIE STATISCHE BERECHNUNG IST AUSSCHLIESSLICH AUFGESTELLT FÜR DIE MEDIA
SPECTRUM GMBH & CO. KG.

EINE WEITERGABE AN DRITTE IST NUR MIT VORHERIGER GENEHMIGUNG DES
AUFSTELLERS MÖGLICH.

EINE VERÖFFENTLICHUNG DER STATIK IN JEGLICHER FORM IST UNTERSAGT.

PREPARED: AACHEN IM JULI 2010



DIPL.-ING. FRANK BASTIANS

THE STRUCTURAL REPORT COMPRISES PAGES:

DIE STATISCHE BERECHNUNG UMFASST DIE SEITEN:

1 – 56

LOTHRINGERSTR. 37
52062 AACHEN
GERMANY

FON: +49 (0)241 9214990

FAX: +49 (0)241 9214991

E-MAIL: INFO@KRASENBRINK-BASTIANS.DE

WWW.KRASENBRINK-BASTIANS.DE

AACHENER BANK eG

BLZ 39060180

KTO.-NR.:131875010

STEUER-NR.: 201 513 60906

CONTENTS:

1.	Preamble	1
1.1	Standards / Normen	4
1.2	Building material / Material	5
1.3	General preliminary remarks / Vorbemerkungen	5
1.4	Necessary ballast loading, maximum windsurface	6
1.5	ballast loading / Ballast	6
1.6	Loading assumptions / Lastannahmen	7
2.	Drawings	9
3.	Loading	16
4.	Calculation of systems	25
5.	Proofs	45
6.	Necessary ballast loading	52

1. PREAMBLE

1.1 STANDARDS / NORMEN:

European standards /Europäische Normen:

DIN EN 1990 Eurocode 0	Basis of structural design Grundlagen
DIN EN 1991 Eurocode 1	Actions on structures Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1993 Eurocode 3	Design of steel structures Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1999 Eurocode 9	Design of aluminium structures Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten
DIN EN 13814	Fairground and amusement park machinery and structures Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks
DIN EN 13782	Temporary structures - tents Fliegende Bauten - Zelte

German standards / Deutsche Normen:

DIN 1054	Baugrund Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1045	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
DIN 1052	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
DIN 1055	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN 18800	Stahlbauten Bemessung und Konstruktion
DIN 4112	Fliegende Bauten
DIN 4113-1 DIN 4113-1/A1	Aluminiumkonstruktionen Unter vorwiegend ruhender Beanspruchung
DIN 4113-2	Aluminiumkonstruktionen Unter vorwiegend ruhender Beanspruchung Berechnung geschweißter Aluminiumkonstruktionen
DIN 12385	Drahtseile aus Stahldraht

1.2 BUILDING MATERIALS

Aluminium:	AlMgSi1 F31
Steel	S235 JR (St 37-2)

1.3 GENERAL PRELIMINARY NOTES

With this construction it involves a PA-tower system for PROLYTE. to the dimensions of approx.

$h = 13,50 \text{ m}$

The following components are used:

Top section	steel frame with 2 U-steel cantilever
Tower:	CT 52 Truss tower
Base	steel base with ballast 4400 kg

All trusses composed of the aluminium alloy AlMgSi1 F31. Geometry and permissible loads of each truss-type are to be found on the following pages.

1.4 GENERAL PRELIMINARY NOTES / ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

The Rigging-Tower can be used up to wind force 8 (Windspeed 20 m/s) measured in 20 m height.
If the wind is greater than windforce 8 the PA has to lowered down.

The attachments of the the PA is not part of this calculation
Swinging of the suspended loads has to be ruled out.

The following values are taken into account in the structural calculation

	PA Load	Wind surface front	Wind surface side	Dynamic load increase
PA-Tower	1600 kg	8 m ²	4 m ²	1.2

1.5 NECESSARY BALLAST LOADING

The tower is built on a special steel base with a dead weight of **4400 kg**.

1.6 LOADING ASSUMPTIONS / LASTANNAHMEN

General:

Before erection use and disassembling of the roof, weather reports should be gathered

Wind loading:

According to DIN EN 13814 / DIN EN 1991-2-4 - Eurocode 1

Status in service	(V _{ref} = 15 m/s)	0 < h < 8 m	q = 0,20 kN/m ²
		8 < h < 20 m	q = 0,30 kN/m ²

Status out of service	(V _{ref,0} = 28 m/s)	0 < h < 8 m	q = 0,50 kN/m ²
		8 < h < 20 m	q = 0,80 kN/m ²

According to DIN 4112

Status in service	(V _{ref} = 20 m/s)	0 < h < 20 m	q = 0,25 kN/m ²
-------------------	-----------------------------	--------------	----------------------------

Status out of service	(V _{ref,0} = 28 m/s)	0 < h < 8 m	q = 0,50 kN/m ²
		8 < h < 20 m	q = 0,80 kN/m ²

The construction will be calculated with a wind loading of

Status in service q = 0,25 kN/m²

Status out of service q = 0,50 kN/m²/0,80 kN/m²

Above windforce 8 (windspeed 20m/s) the PA has to lowered down.

Nach DIN EN 13814 / DIN EN 1991-2-4 - Eurocode 1

Status Betrieb	($v_{ref} = 15 \text{ m/s}$)	$0 < h < 8 \text{ m}$ $8 < h < 20 \text{ m}$	$q = 0,20 \text{ kN/m}^2$ $q = 0,30 \text{ kN/m}^2$
Status kein Betrieb	($v_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$)	$0 < h < 8 \text{ m}$ $8 < h < 20 \text{ m}$	$q = 0,50 \text{ kN/m}^2$ $q = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Nach DIN 4112

Status Betrieb	($v_{ref} = 20 \text{ m/s}$)	$0 < h < 20 \text{ m}$	$q = 0,25 \text{ kN/m}^2$
Status kein Betrieb	($v_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$)	$0 < h < 8 \text{ m}$ $8 < h < 20 \text{ m}$	$q = 0,50 \text{ kN/m}^2$ $q = 0,80 \text{ kN/m}^2$

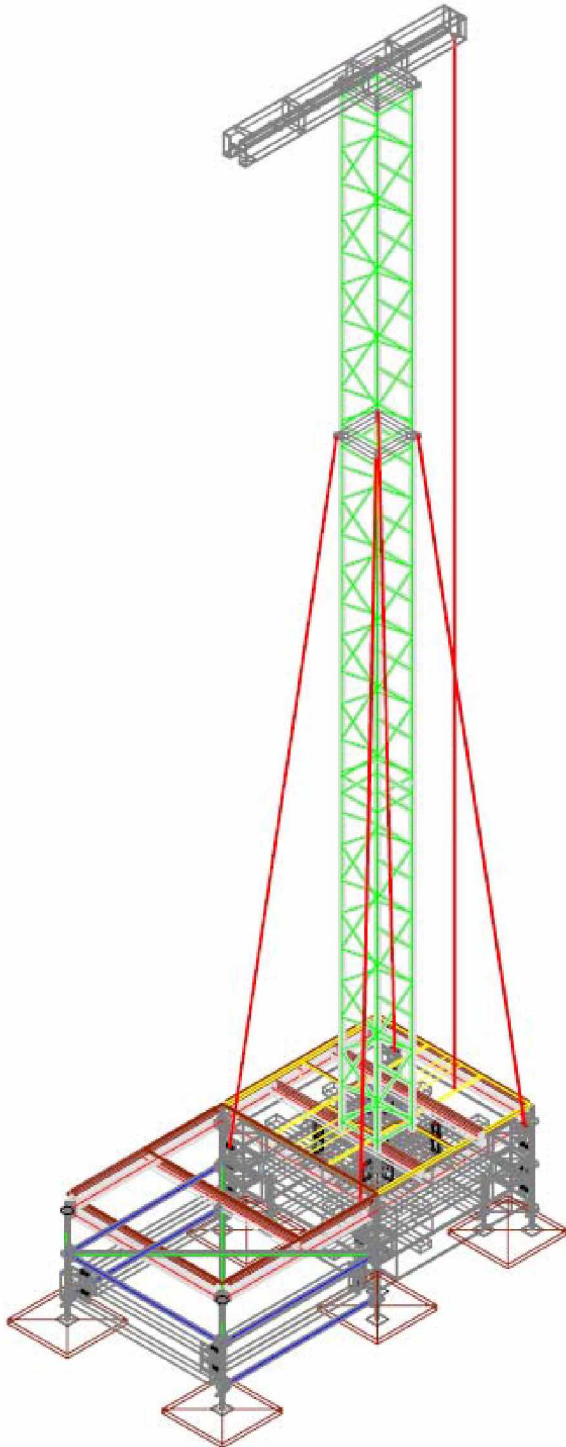
Die gesamte Konstruktion wird für Windlasten berechnet von

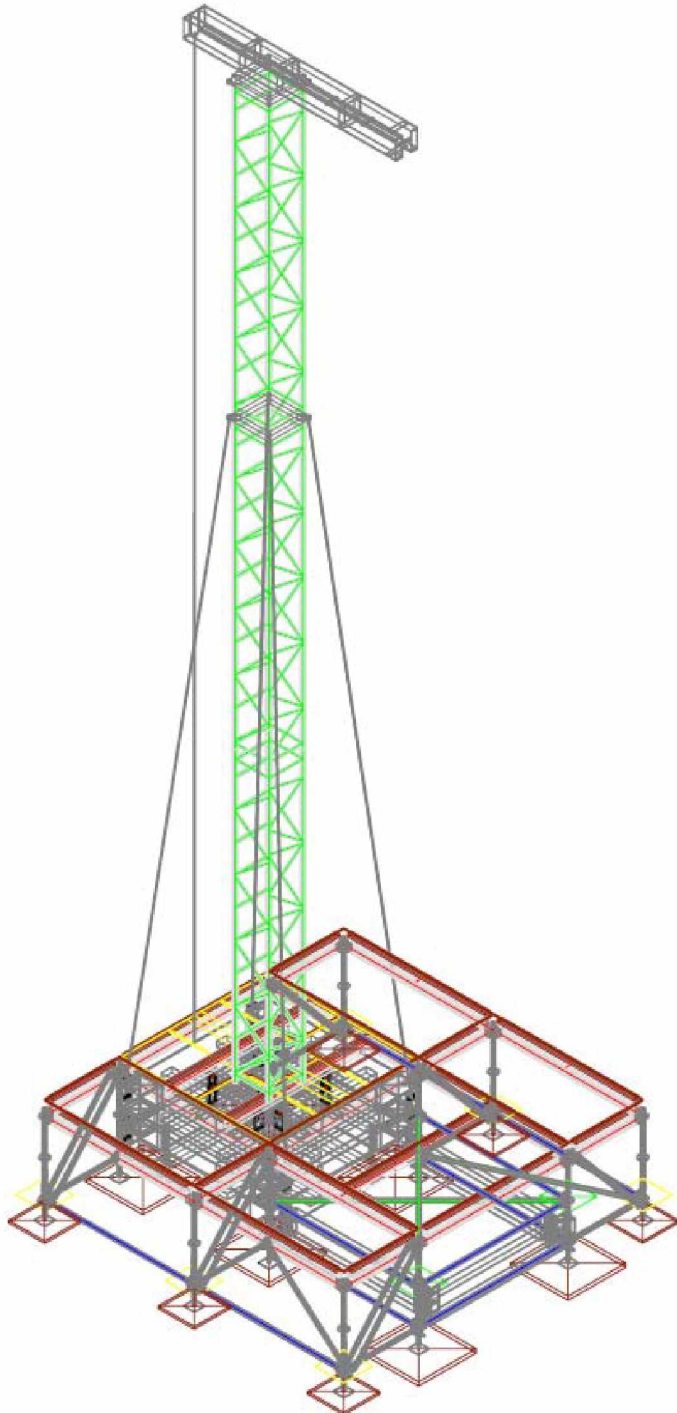
Status Betrieb $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Status kein Betrieb $q = 0,50 \text{ kN/m}^2/0,80 \text{ kN/m}^2$

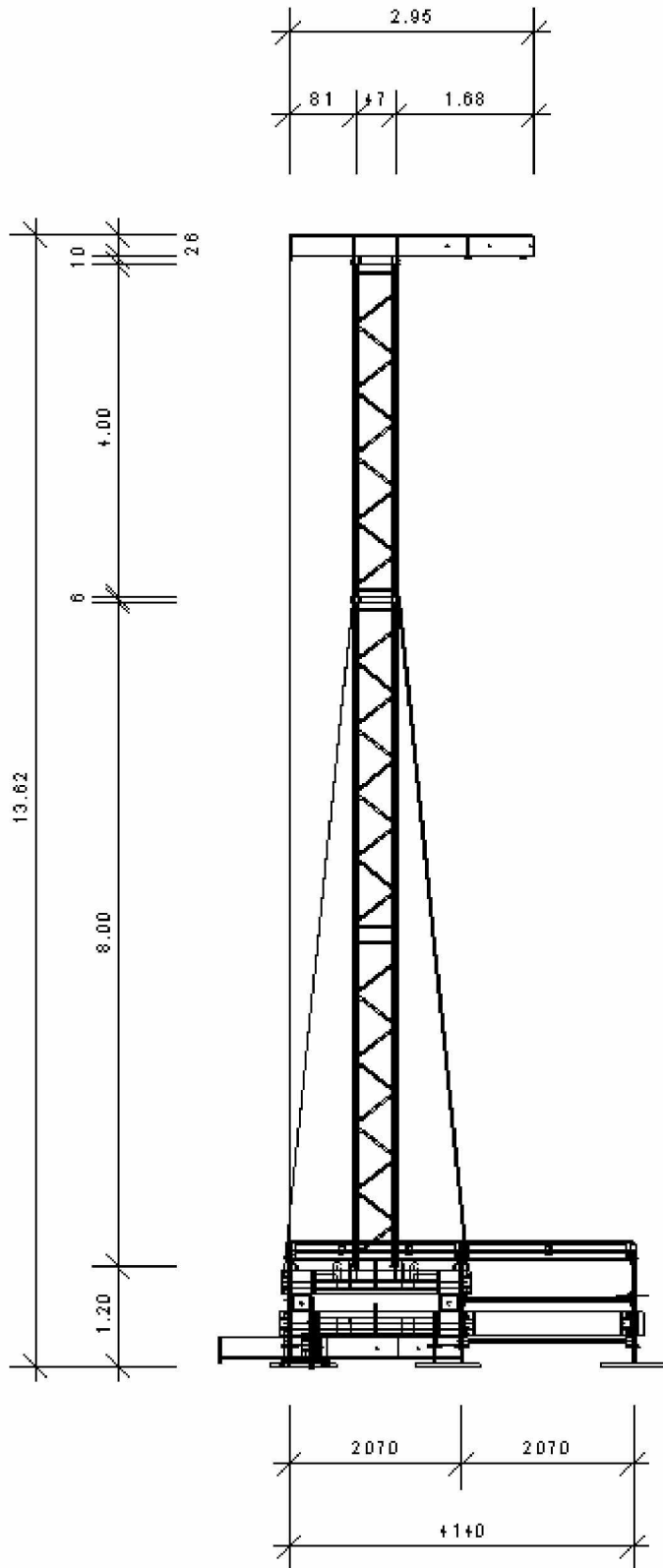
Ab Windstärke 8 (Windgeschwindigkeit 20m/s) ist die PA abzulassen.

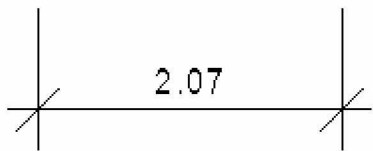
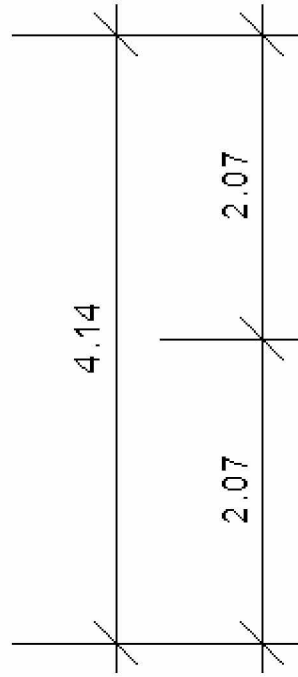
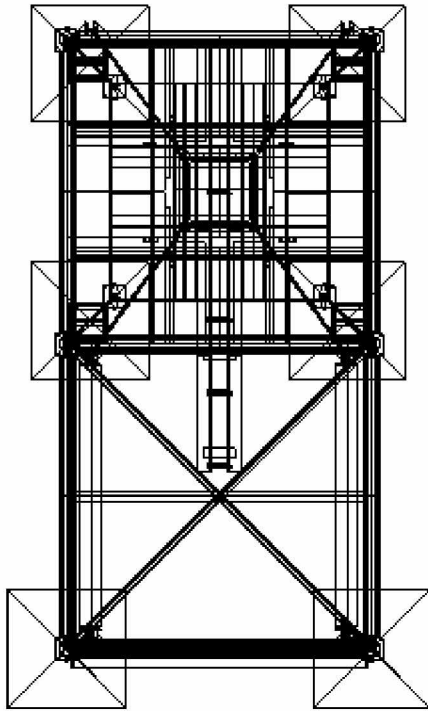
2. DRAWINGS



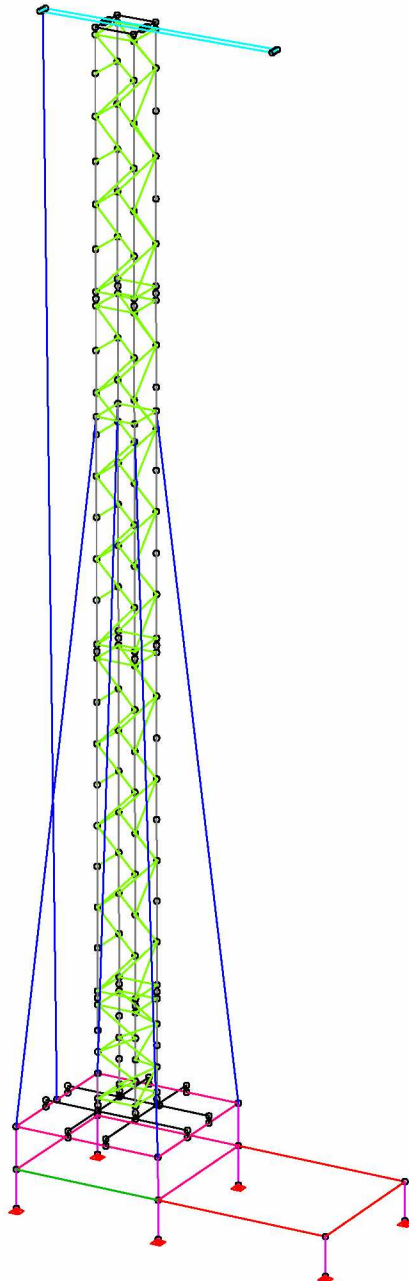
**Alternativ base**

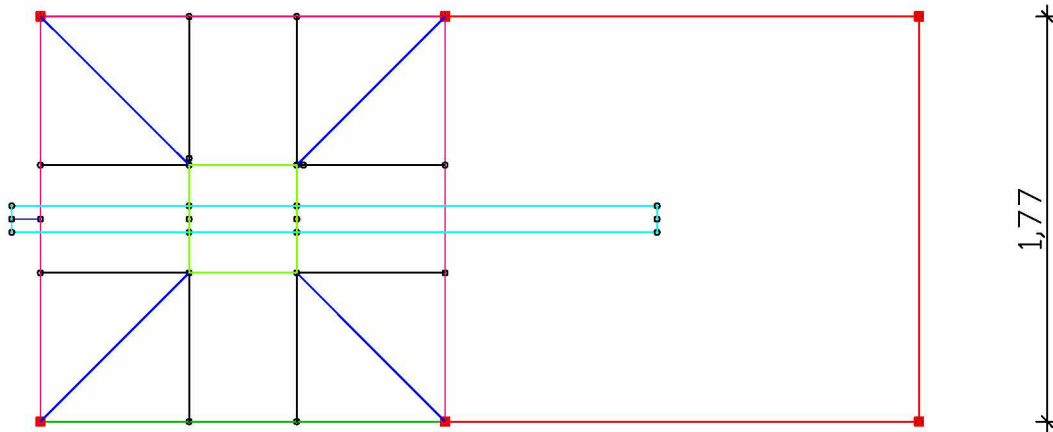
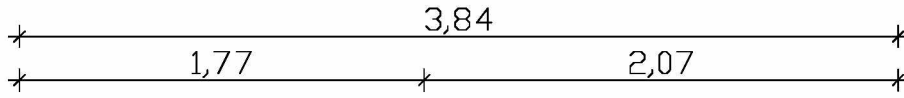
On both sides a layer base of 1,07 can be added. The stability against collapsing is better than in case of the smaller version. No further proof.





statisches System





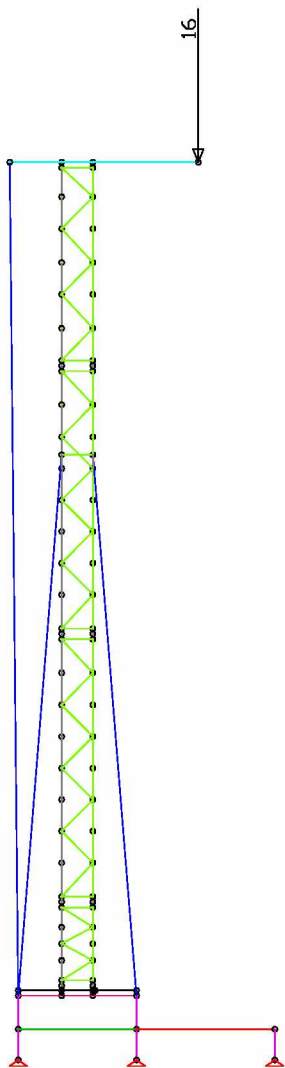
3. BELASTUNG / LOADINGS

Loading scenario 1: dead weight trusses

The dead weight of the trusses are calculated by the software programm

Loading scenario 2: dead weight PA

$$G = 16 \text{ kN} = 1600 \text{ kg}$$

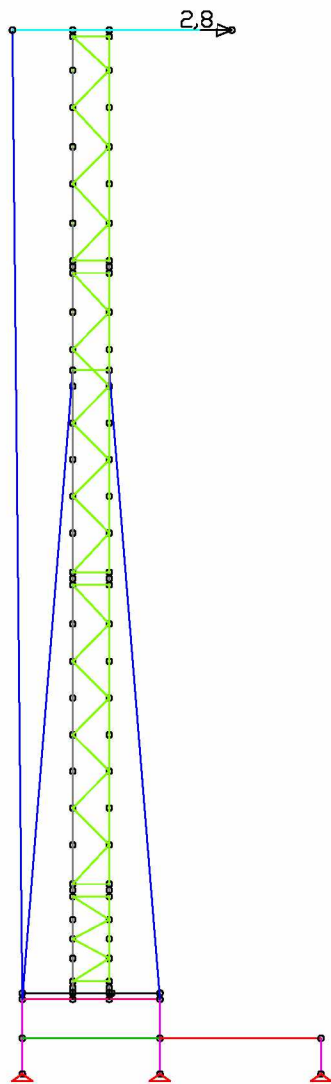


LF 2: Belastung, Live load PA

Loading scenario 3: wind x-direction PAWind surface 8,0 m²

Wind force

$$w = 8,0 \times 1,4 \times 0,25 = 2,80 \text{ kN}$$

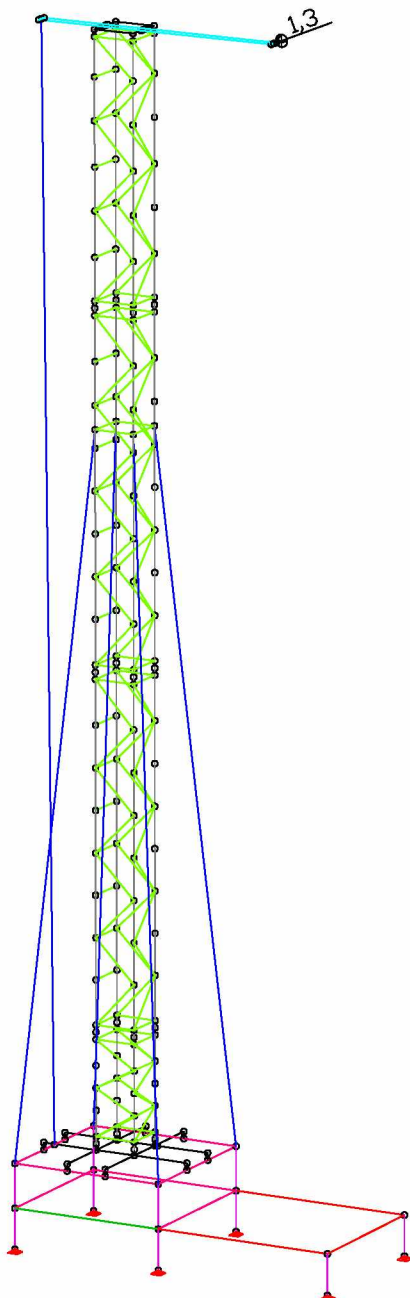


LF 3: Belastung, Wind PA backside

Loading scenario 4: wind y-direction PAWind surface 4,0 m²

Wind force

$$w = 4,0 \times 1,3 \times 0,25 = 1,30 \text{ kN}$$



Loading scenario 5: wind x-direction trusses**Truss CT 52:** $q = 0,25 \text{ kN/m}$

Example see in the following

4-Point-truss with round chord tubes

$$A_u = 6,0 \times 2 + 2 \times (3,0 / \sin 45^\circ) = 20,48 \text{ cm}^2$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

$$\text{Density of surface } \varphi = A_u/A = 20,48 / 52 = 0,39$$

Reynoldsnumber as follows

$$\text{Re} = (v \times d_1) / (1,5 \times 10^{-5}) = \\ (101 \times (0,5)^{0,5} \times 0,06) / (1,5 \times 10^{-5}) = 1,13 \times 10^5$$

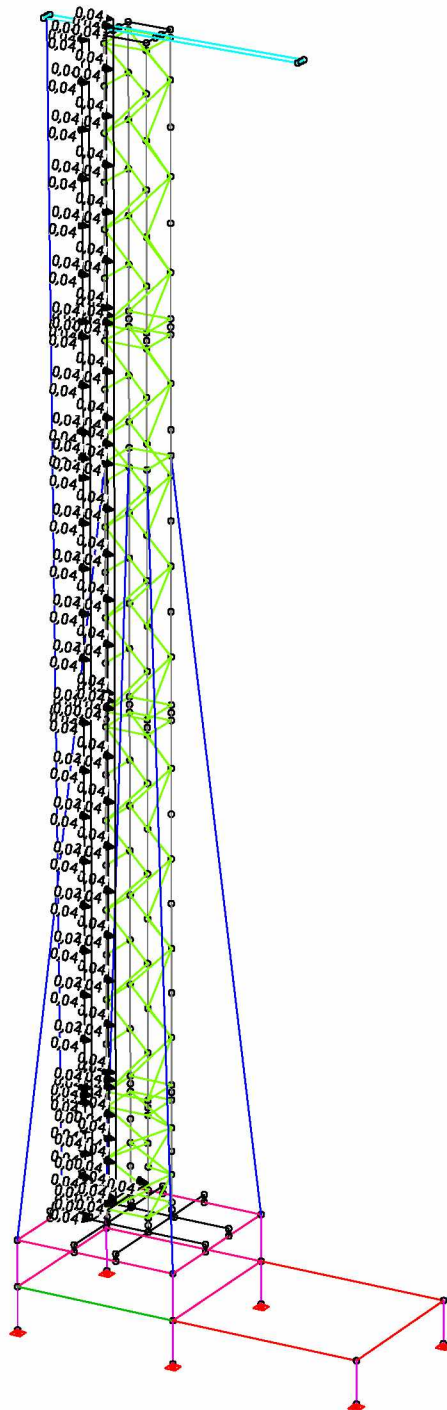
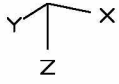
See picture 24 DIN 1055

$$c_{f0} = 1,60 \quad \text{reducing factor } \psi = 0,97 \text{ acc picture 26}$$

$$c_f = 1,60 \times 0,97 = 1,55$$

$$w = 1,55 \times 0,39 \times 0,52 \times 0,25 = 0,079$$

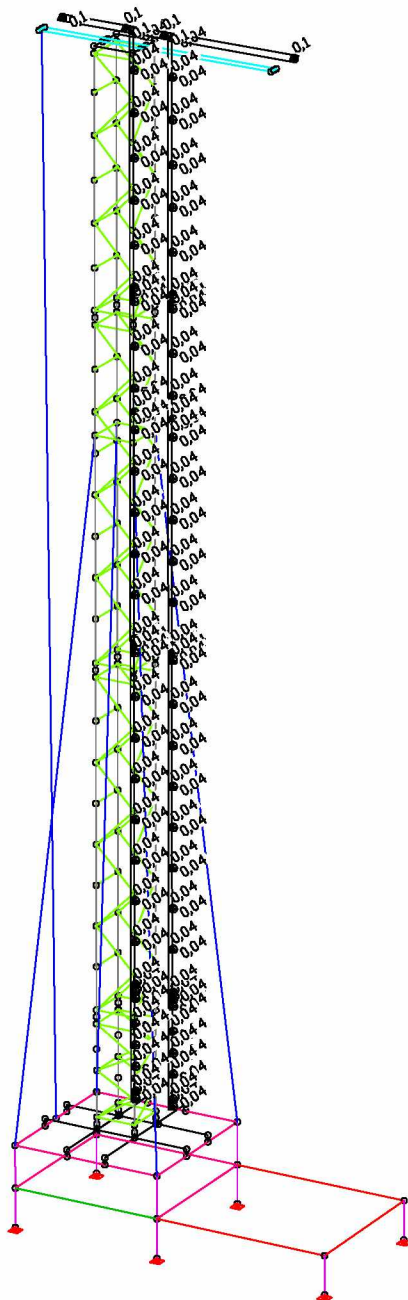
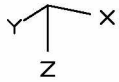
On each chord 0,04 kN/m



LF 5: Belastung, Wind truss backside

Loading scenario 6: wind y-direction trusses

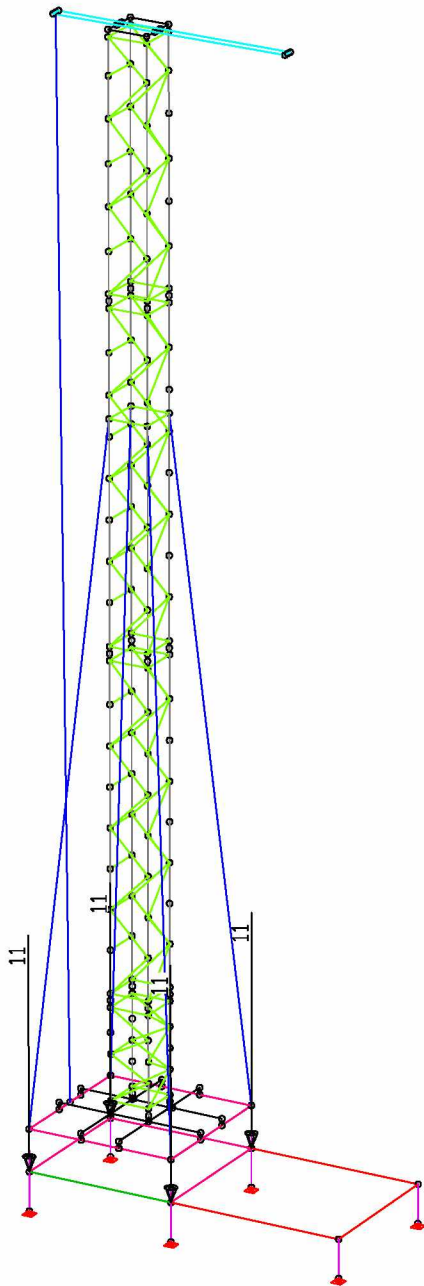
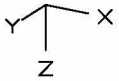
On each chord 0,04 kN/m



LF 6: Belastung, Wind truss side

Loading scenario 7: ballast base

Ballast base: app. 44 kN



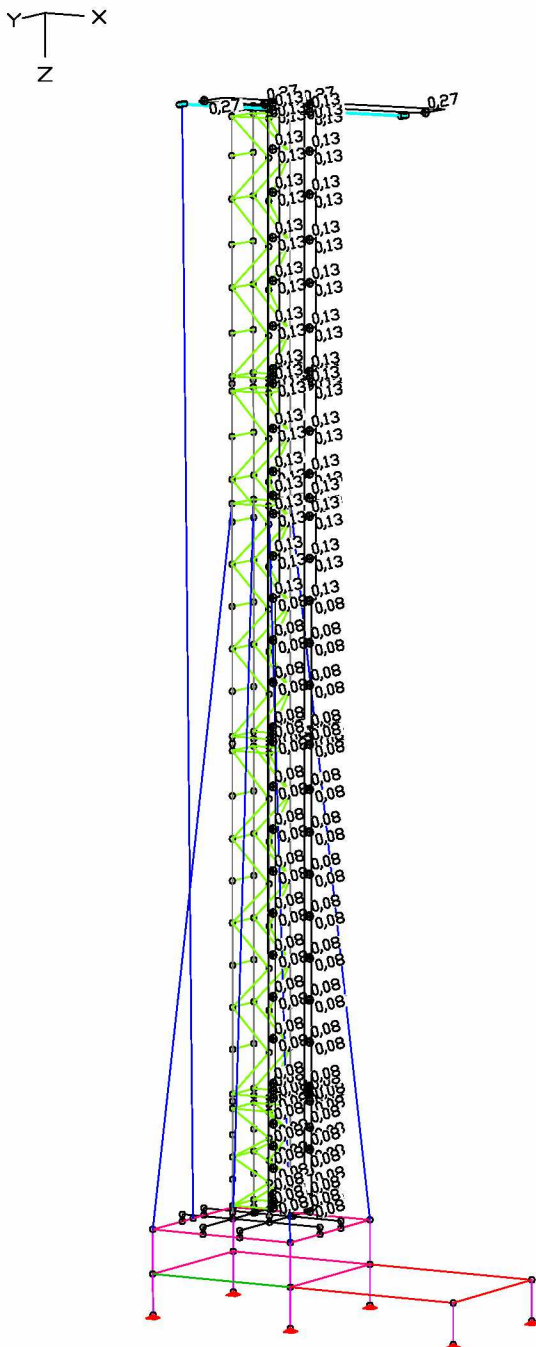
LF 7: Belastung, ballast

Loading scenario 7: windloading

$$w = 1,55 \times 0,39 \times 0,52 \times 0,50 = 0,16 \text{ (0,08 kN/m each chord)}$$

$$w = 1,55 \times 0,39 \times 0,52 \times 0,80 = 0,256 \text{ (0,128 kN/m each chord)}$$

$$w = 1,30 \times 0,26 \times 0,8 = 0,27$$



LF 8: Belastung, Wind truss side without reduct

Loading scenario 10: Insert Load case

$[1,7 \times (LC1+LC2+LC3+LC5) + LC7]$ Theorie 2. Ordnung

Loading scenario 11: Insert Load case

$[1,7 \times (LC1+LC2+LC4+LC6) + LC7]$ Theorie 2. Ordnung

Loading scenario 12: Insert Load case

$(LC1+LC2+LC3+LC5 + LC7)$

Loading scenario 20: Insert Load case

$(LC1+LC7+LC8)$

4 CALCULATION

4.1 NUMERICAL CALCULATION OF THE TOTAL STRUCTURE

The structural system will be calculated for 2 different wind situations:

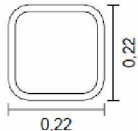
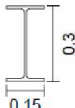
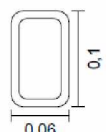
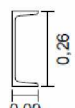
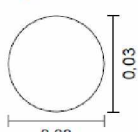
loading combination 80 (exclusive combination of LC 10 + LC 11)

Tower is used up to windforce 8 (20 m/s).

PA is lifted.

In this case $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$ is used for all parts of the structure.

Querschnittswerte

16	Bibliothek 	QRO 220 x 220 x 16 (EN 10219-2); connector base Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 1,1960e-02 Trägheitsmomente [m4] lx = 1,3971e-04 ly = 7,8120e-05 lz = 7,8120e-05 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 lyz = 0,0000e+00 I1 = 7,8120e-05 I2 = 7,8120e-05
22	IPE 300 	Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 5,3800e-03 Trägheitsmomente [m4] lx = 2,0200e-07 ly = 8,3600e-05 lz = 6,0400e-06 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 lyz = 0,0000e+00 I1 = 8,3600e-05 I2 = 6,0400e-06
24	Bibliothek 	RRO 100 x 60 x 8 (MSH) Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 2,2400e-03 Trägheitsmomente [m4] lx = 2,6500e-06 ly = 2,6400e-06 lz = 1,1300e-06 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 lyz = 0,0000e+00 I1 = 2,6400e-06 I2 = 1,1300e-06
25	U 260 	Schwerpunkt [m] ys = 0,019 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 4,8300e-03 Trägheitsmomente [m4] lx = 2,5500e-07 ly = 4,8200e-05 lz = 3,1700e-06 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 lyz = 0,0000e+00 I1 = 4,8200e-05 I2 = 3,1700e-06
26	Polygon 	Schwerpunkt [m] ys = -0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 7,0233e-04 Trägheitsmomente [m4] lx = 1,0000e-06 ly = 3,9253e-08 lz = 3,9253e-08 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Mittlung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]	Verschiedenes
	1	6	Frei	70000	27000	0,20	1,000e-05	27,000
	2	7	Frei	70000	27000	0,30	1,000e-05	27,000
	3	8	Frei	70000	27000	0,30	1,000e-05	27,000
	4	9	Stahl	110000	81000	0,00	1,200e-05	78,500 fyk = 240 [MN/m²]
	5	10	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	6	15	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	7	16	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	8	22	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	9	24	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	10	25	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
	11	26	S235	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	deadweight
2	Live load PA
3	Wind PA backside
4	Wind PA side
5	Wind truss backside
6	Wind truss side
7	ballast

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
8	Wind truss side without reduct
10	(LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.O.
11	(LF1+2+4+6)x1,7+LF7 The 2.O.
12	(LF1+2+3+5+7)
20	(LF1+7+8)

Lastfallkombination 80

1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
10	(LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.O.	1,000
11	(LF1+2+4+6)x1,7+LF7 The 2.O.	1,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	deadweight	-0,000	0,000	25,736
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	25,736
2	Live load PA	0,000	0,000	16,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	16,000
3	Wind PA backside	2,800	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	2,800	-0,000	0,000
4	Wind PA side	0,000	1,300	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	1,300	0,000
5	Wind truss backside	1,033	-0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	1,033	-0,000	0,000
6	Wind truss side	0,000	1,258	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	1,258	0,000
7	ballast	0,000	0,000	44,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	44,000
8	Wind truss side without reduct	0,000	3,267	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	3,267	0,000
10	(LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.O.	6,517	0,000	114,952
	Auflagerreaktionen	6,517	-0,000	114,952
11	(LF1+2+4+6)x1,7+LF7 The 2.O.	0,000	4,349	114,952
	Auflagerreaktionen	0,000	4,349	114,952
12	(LF1+2+3+5+7)	3,833	0,000	85,736
	Auflagerreaktionen	3,833	-0,000	85,736
20	(LF1+7+8)	-0,000	3,267	85,736
	Auflagerreaktionen	0,000	3,267	85,736

Lastdaten Lastfall 1: deadweight

LfdNr	Eigengewicht (EG) aus Material- und Querschnittsbeschreibung		
	Wichtungsfaktoren in Richtung		
	X [-]	Y [-]	Z [-]
1	0,0000	0,0000	1,0000

Lastdaten Lastfall 2: Live load PA

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	LZV
	von	bis							
1	36	36	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	

Lastdaten Lastfall 3: Wind PA backside

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	LZV
	von	bis							
1	36	36	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Lastdaten Lastfall 4: Wind PA side

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	LZV
	von	bis							
1	36	36	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	

Lastdaten Lastfall 5: Wind truss backside

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Linienlast (SLG) auf Stab in globaler Richtung		qx [kN/m]	qy [kN/m]	qz [kN/m]	LZV
	Stab von	Stab bis				
1	2222	2223	0,04	0,00	0,00	
2	2236	2237	0,04	0,00	0,00	
3	2249	2249	0,04	0,00	0,00	
4	2243	2243	0,04	0,00	0,00	
5	2305	2306	0,04	0,00	0,00	
6	2321	2322	0,04	0,00	0,00	
7	2325	2332	0,04	0,00	0,00	
8	38	38	0,04	0,00	0,00	
9	2349	2356	0,04	0,00	0,00	
10	41	41	0,04	0,00	0,00	
11	2392	2393	0,04	0,00	0,00	
12	2402	2403	0,04	0,00	0,00	
13	2409	2410	0,04	0,00	0,00	
14	2415	2416	0,04	0,00	0,00	
15	2420	2423	0,04	0,00	0,00	
16	2439	2440	0,04	0,00	0,00	
17	2455	2456	0,04	0,00	0,00	
18	2459	2466	0,04	0,00	0,00	
19	2483	2490	0,04	0,00	0,00	
20	3656	3656	0,04	0,00	0,00	
21	3661	3661	0,04	0,00	0,00	
22	4749	4749	0,04	0,00	0,00	
23	5252	5252	0,04	0,00	0,00	
24	5270	5270	0,04	0,00	0,00	
25	22	23	0,04	0,00	0,00	
26	46	47	0,04	0,00	0,00	
27	56	57	0,04	0,00	0,00	
28	62	63	0,04	0,00	0,00	
29	73	73	0,04	0,00	0,00	
30	76	76	0,04	0,00	0,00	

Lastdaten Lastfall 6: Wind truss side

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Linienlast (SLG) auf Stab in globaler Richtung		qx [kN/m]	qy [kN/m]	qz [kN/m]	LZV
	Stab von	bis				
1	2236	2236	0,00	0,04	0,00	
2	2243	2243	0,00	0,04	0,00	
3	2250	2250	0,00	0,04	0,00	
4	2257	2257	0,00	0,04	0,00	
5	2305	2305	0,00	0,04	0,00	
6	2307	2307	0,00	0,04	0,00	
7	2321	2321	0,00	0,04	0,00	
8	2323	2323	0,00	0,04	0,00	
9	2325	2340	0,00	0,04	0,00	
10	40	40	0,00	0,04	0,00	
11	38	38	0,00	0,04	0,00	
12	2392	2392	0,00	0,04	0,00	
13	2394	2394	0,00	0,04	0,00	
14	2402	2402	0,00	0,04	0,00	
15	2404	2404	0,00	0,04	0,00	
16	2409	2412	0,00	0,04	0,00	
17	2419	2420	0,00	0,04	0,00	
18	2423	2423	0,00	0,04	0,00	
19	2426	2426	0,00	0,04	0,00	
20	2439	2439	0,00	0,04	0,00	
21	2441	2441	0,00	0,04	0,00	
22	2455	2455	0,00	0,04	0,00	
23	2457	2457	0,00	0,04	0,00	
24	2459	2474	0,00	0,04	0,00	
25	26	27	0,00	0,10	0,00	
26	29	29	0,00	0,10	0,00	
27	22	23	0,00	0,04	0,00	
28	42	43	0,00	0,04	0,00	
29	56	59	0,00	0,04	0,00	
30	73	74	0,00	0,04	0,00	

Lastdaten Lastfall 7: ballast

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	LZV
	Knoten von	bis							
1	965	965	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00	0,00	
2	1792	1794	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00	0,00	

Lastdaten Lastfall 8: Wind truss side without reduct

LZV = Last-Zeit-Verlauf

LfdNr	Linienlast (SLG) auf Stab in globaler Richtung		qx [kN/m]	qy [kN/m]	qz [kN/m]	LZV
	Stab von	bis				
1	2236	2236	0,00	0,13	0,00	
2	2243	2243	0,00	0,13	0,00	
3	2250	2250	0,00	0,13	0,00	
4	2257	2257	0,00	0,13	0,00	
5	2305	2305	0,00	0,13	0,00	
6	2307	2307	0,00	0,13	0,00	
7	40	40	0,00	0,13	0,00	
8	38	38	0,00	0,13	0,00	
9	26	27	0,00	0,27	0,00	
10	29	29	0,00	0,27	0,00	
11	22	23	0,00	0,13	0,00	
12	42	43	0,00	0,13	0,00	
13	56	59	0,00	0,13	0,00	

Lastdaten Lastfall 8: Wind truss side without reduct

LfdNr	Linienlast (SLG) auf Stab in globaler Richtung		qx [kN/m]	qy [kN/m]	qz [kN/m]	LZV
	Stab von	bis				
14	73	74	0,00	0,13	0,00	
15	2392	2392	0,00	0,08	0,00	
16	2394	2394	0,00	0,08	0,00	
17	2402	2402	0,00	0,08	0,00	
18	2404	2404	0,00	0,08	0,00	
19	2409	2412	0,00	0,08	0,00	
20	2419	2420	0,00	0,08	0,00	
21	2423	2423	0,00	0,08	0,00	
22	2426	2426	0,00	0,08	0,00	
23	2455	2455	0,00	0,08	0,00	
24	2457	2457	0,00	0,08	0,00	
25	2466	2466	0,00	0,08	0,00	
26	2474	2474	0,00	0,08	0,00	
27	4748	4749	0,00	0,08	0,00	
28	2463	2465	0,00	0,08	0,00	
29	2471	2473	0,00	0,08	0,00	
30	2462	2462	0,00	0,08	0,00	
31	2470	2470	0,00	0,08	0,00	
32	2321	2321	0,00	0,08	0,00	
33	2323	2323	0,00	0,08	0,00	
34	2330	2332	0,00	0,08	0,00	
35	2338	2340	0,00	0,08	0,00	
36	2439	2439	0,00	0,08	0,00	
37	2441	2441	0,00	0,08	0,00	
38	2459	2461	0,00	0,08	0,00	
39	2467	2469	0,00	0,08	0,00	
40	2327	2329	0,00	0,13	0,00	
41	2334	2337	0,00	0,13	0,00	
42	2326	2326	0,00	0,13	0,00	
43	2333	2333	0,00	0,13	0,00	
44	2325	2325	0,00	0,13	0,00	
45	2222	2222	0,00	0,13	0,00	
46	2225	2225	0,00	0,13	0,00	

Lastdaten Lastfall 10: (LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.O.

LfdNr	Lasten einfügen (EINF)		Wichtung
	Lastfall von	bis	
1	1	2	1,700
2	3	3	1,700
3	5	5	1,700
4	7	7	1,000

LfdNr

5 Berechnungstheorie (TH), Theorie 2. Ordnung, max. Iterationen = 1, max. Fehler = 1,000 %
Bettung mit Zugspannungen und Lagerung mit Zugkräften

Lastdaten Lastfall 11: (LF1+2+4+6)x1,7+LF7 The 2.O.

LfdNr	Lasten einfügen (EINF)		Wichtung
	Lastfall von	bis	
1	1	2	1,700
2	4	4	1,700
3	6	6	1,700
4	7	7	1,000

LfdNr

5 Berechnungstheorie (TH), Theorie 2. Ordnung, max. Iterationen = 1, max. Fehler = 1,000 %
Bettung mit Zugspannungen und Lagerung mit Zugkräften

Lastdaten Lastfall 12: (LF1+2+3+5+7)

LfdNr	Lasten einfügen (EINF) Lastfall		Wichtung
	von	bis	
1	1	2	1,000
2	3	3	1,000
3	5	5	1,000
4	7	7	1,000

Lastdaten Lastfall 20: (LF1+7+8)

LfdNr	Lasten einfügen (EINF) Lastfall		Wichtung
	von	bis	
1	1	2	1,000
2	7	8	1,000

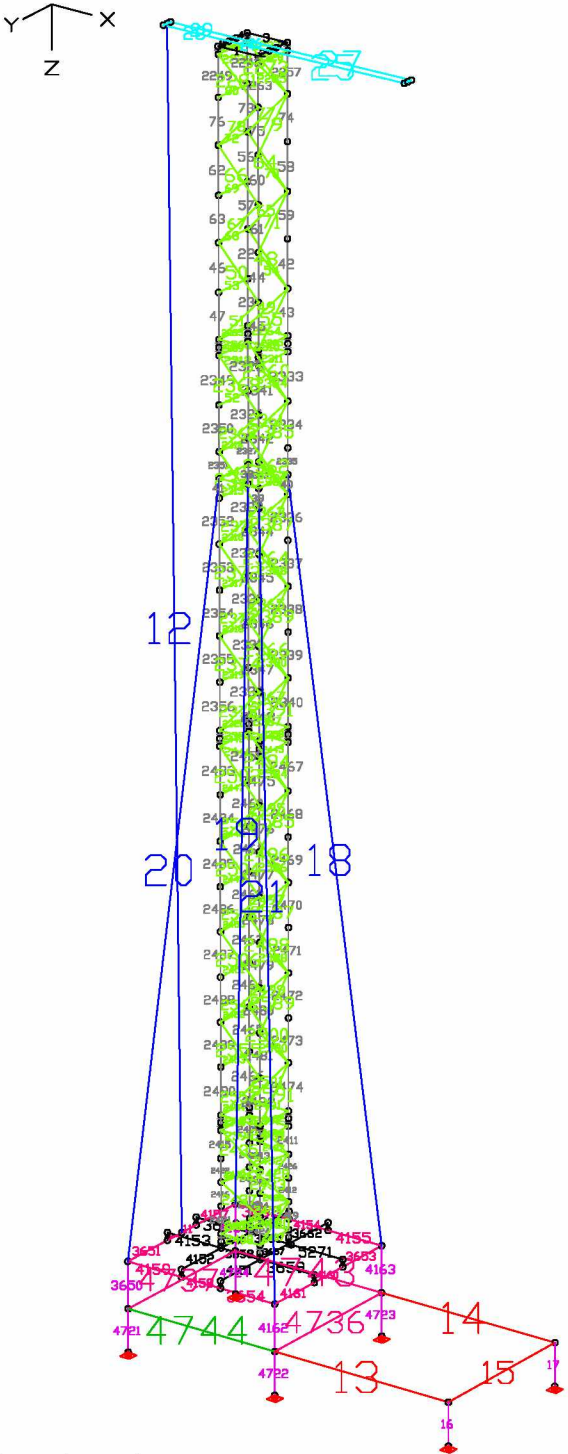
Definition der Einwirkungen für DIN 18800

(G) ständig, (Q) veränderlich, (A) außergewöhnlich, (B) besonders
(i) inklusiv, (e) exklusiv

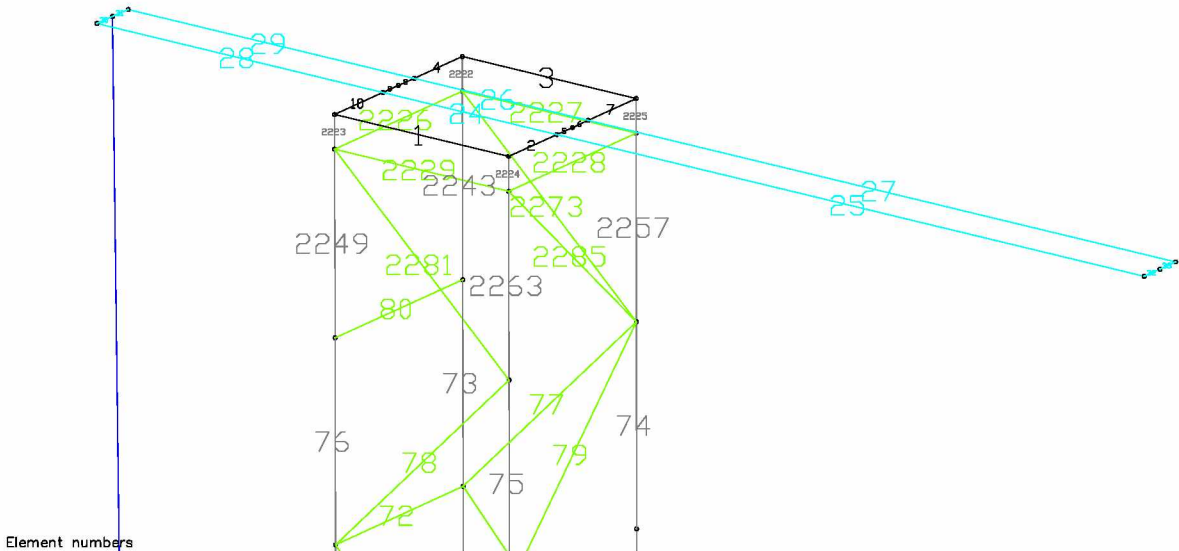
Kombinationsbeiwerte nach Zeile:

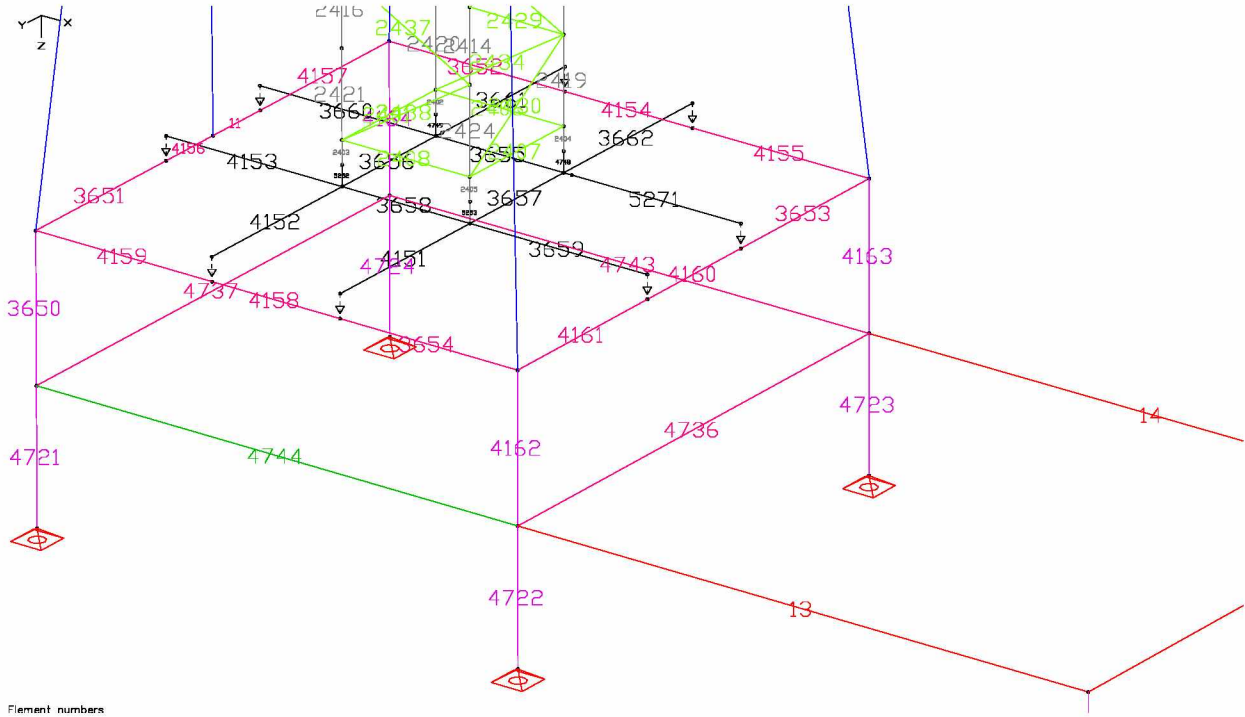
	(f)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	A	B
	G	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	
Lastfälle, Kombinationen	i	e	e	e	e	e	e	e
2 : Live load PA	.	.	.	x	.	.	.	.
3 : Wind PA backside	.	.	.	x	.	.	.	.
4 : Wind PA side	x	.	.	.
5 : Wind truss backside	x	.	.	.
101: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
102: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
103: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
104: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
105: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
301: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
303: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.
305: [Unbenannt]	.	x	.	.	.	.	.	.

Die besonderen Einwirkungen (B) werden getrennt von den anderen Einwirkungen in einer eigenen Kombination exklusiv überlagert. Dabei werden auf der Einwirkungs- und Widerstandsseite KEINE Teilsicherheitsbeiwerte mehr berücksichtigt.

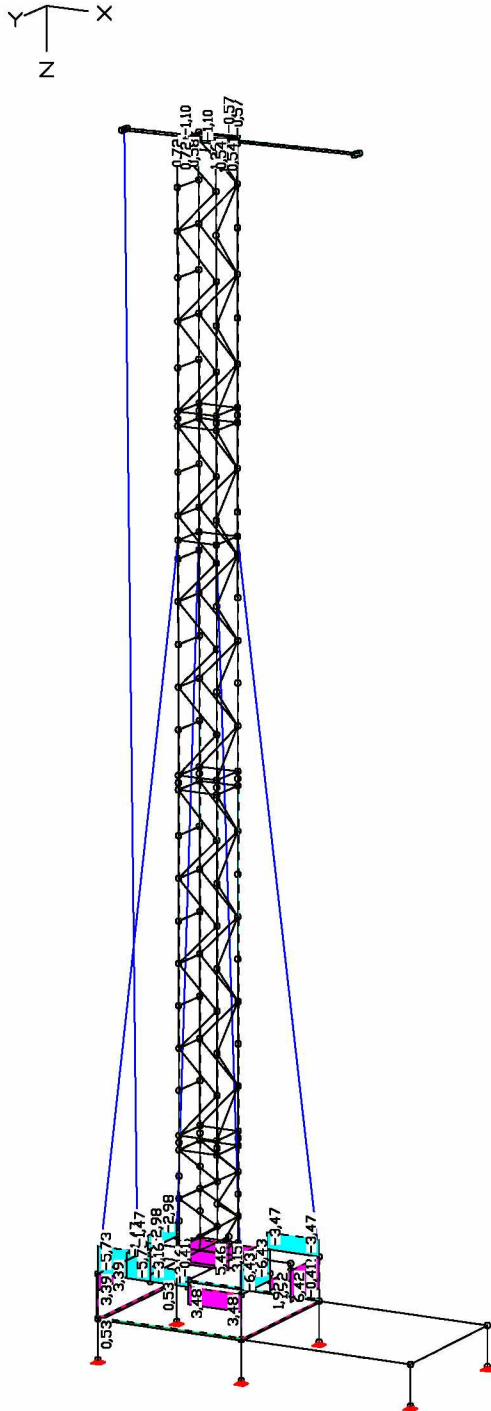


Element numbers

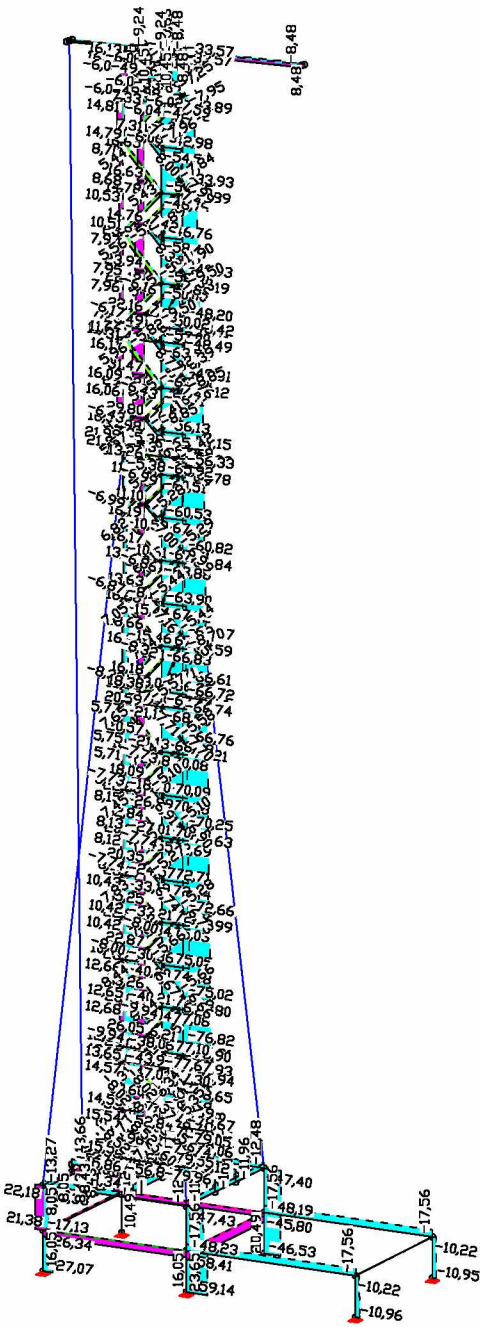
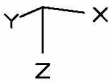




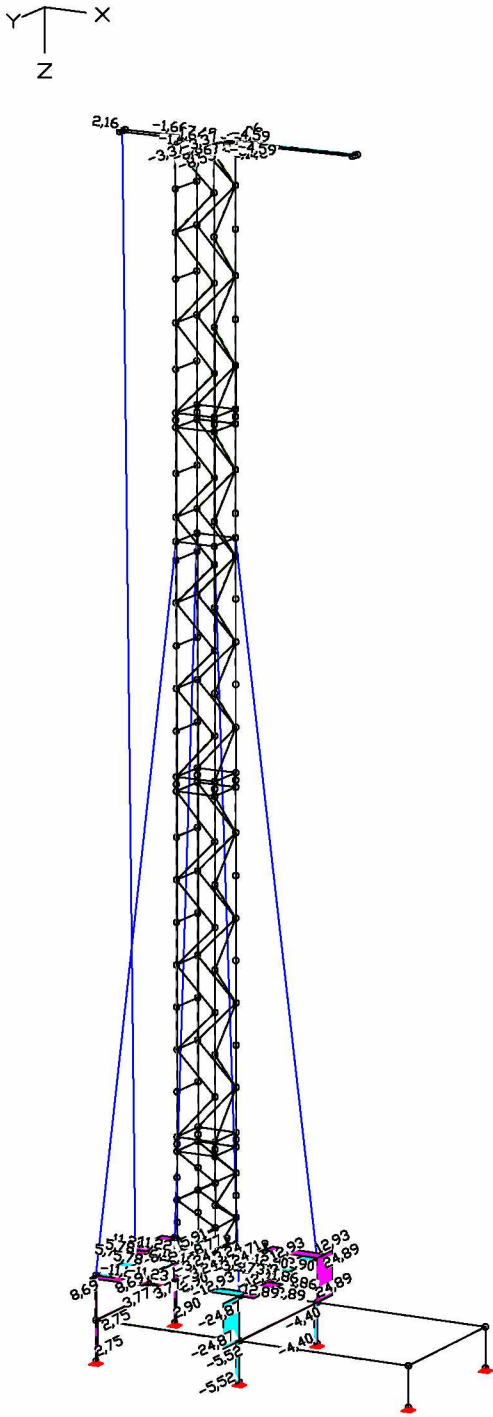
In the following the internal forces of Load combination 80 are shown

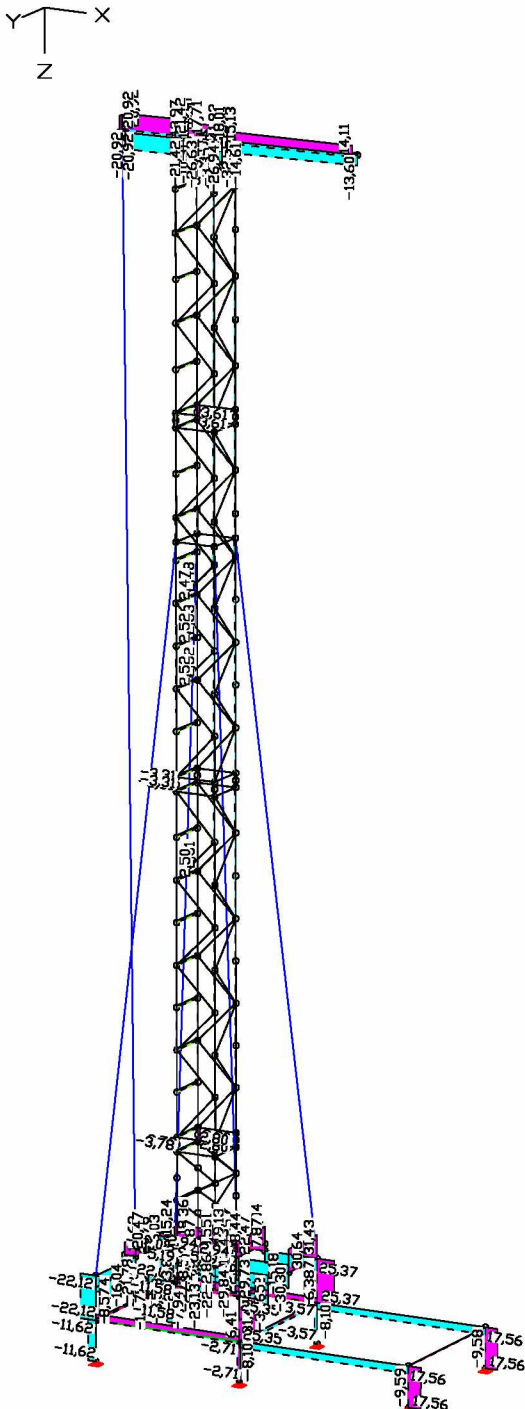


LFK 80: Selected Internal forces min,max Mx [kNm]
 Value range (overall system, min/max): -6,43/6,42 [k]



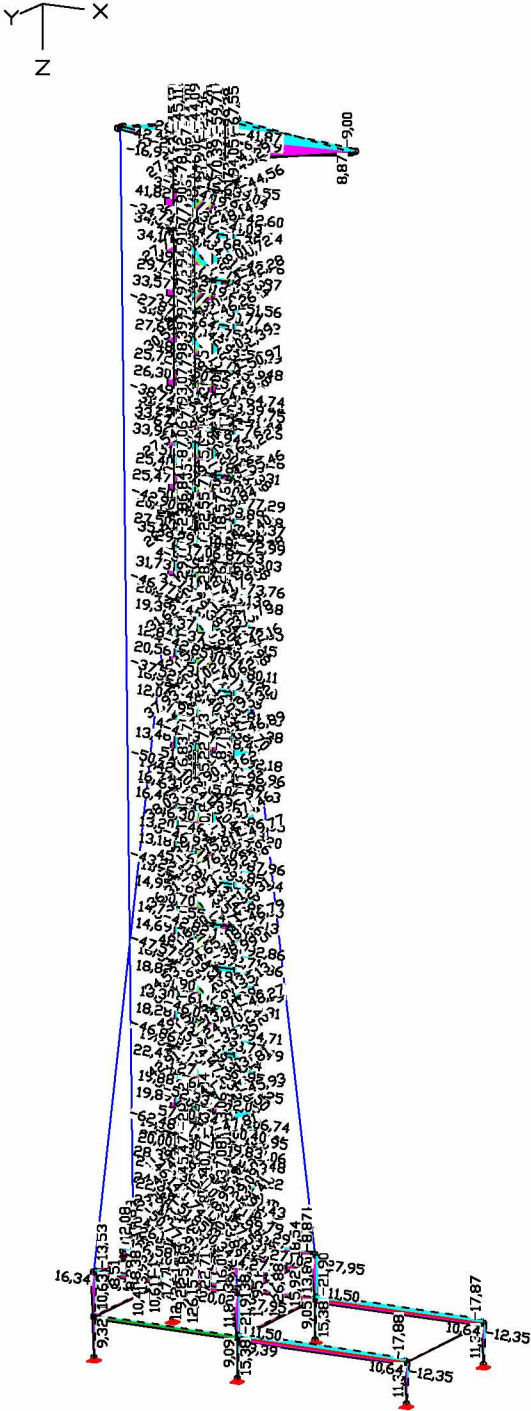
LFK 80: Selected Internal forces min,max Nx [kN]
Value range (subsystem, min/max): -79,97/37,98 [kN]



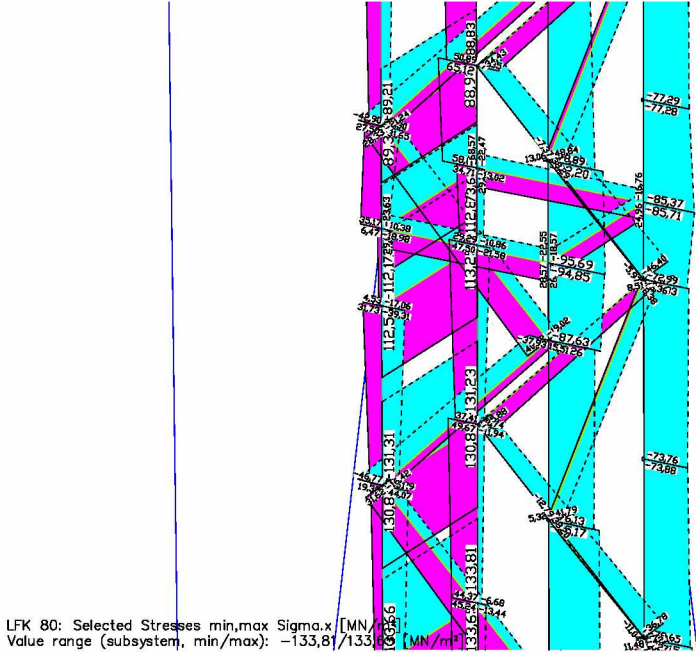
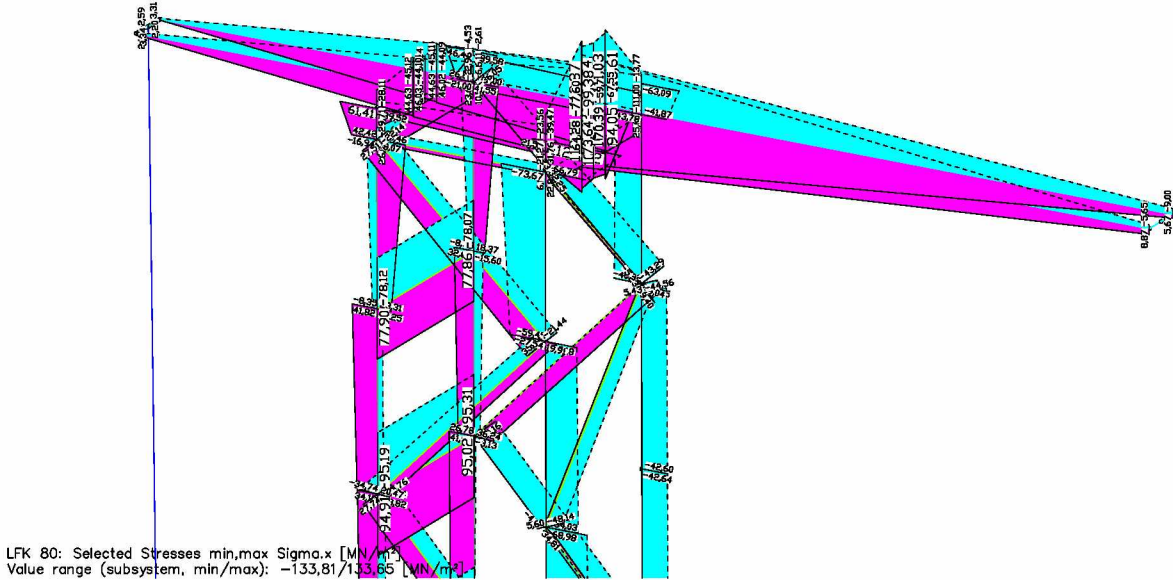


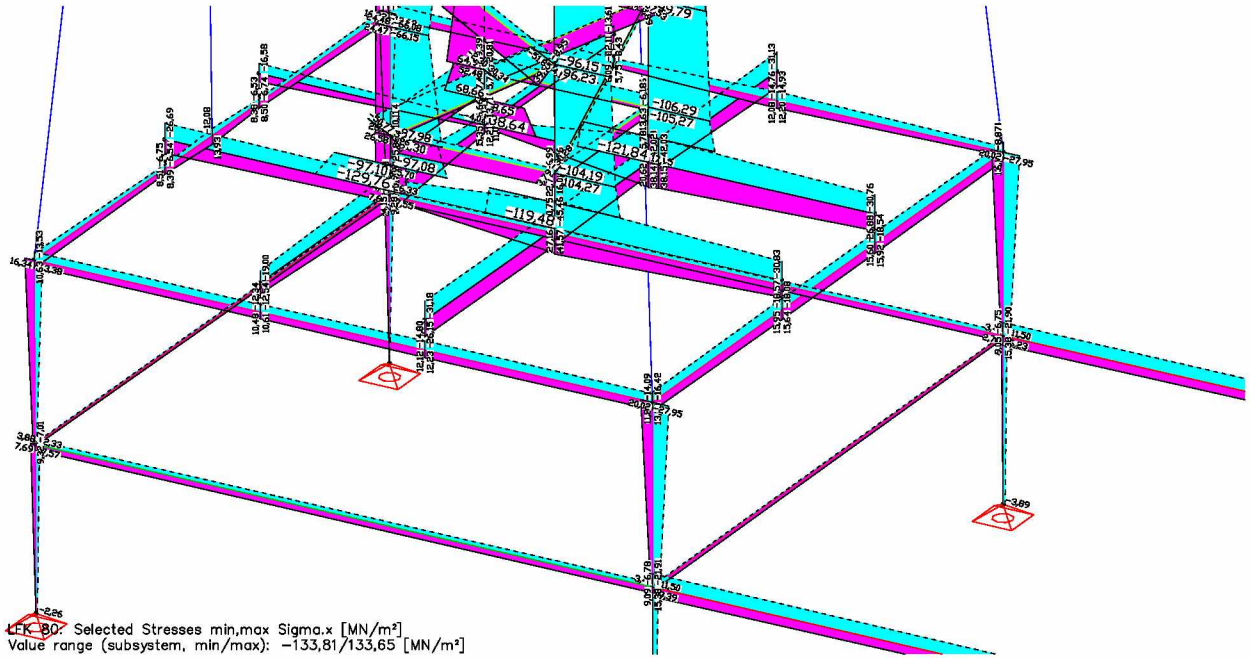
LFK 80: Selected Internal forces min,max Qz [kN]
Value range (overall system, min/max): -32,55/41,88

stress analysis



LFK 80: Selected Stresses min,max Sigma.x [MN/m²]
Value range (subsystem, min/max): -133,81/133,65 [M
stress without steel cables

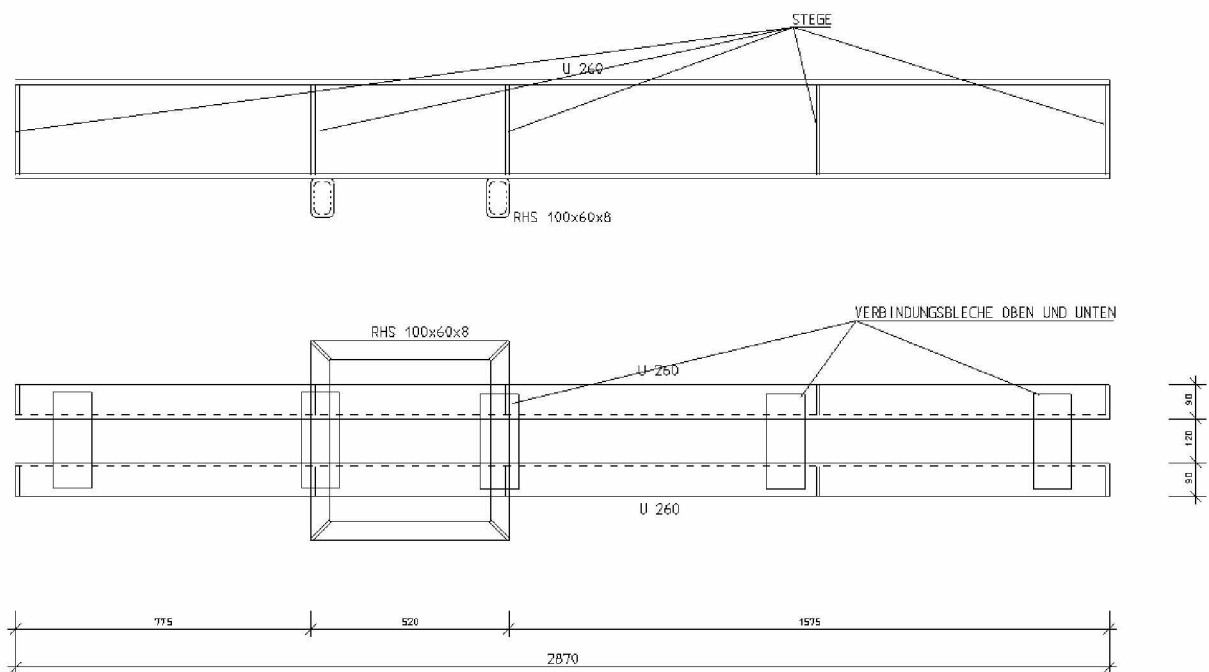




5. PROOFS

No further stability proof of the tower necessary, because 2. Order theory calculation is already done

5.1 TOP



The stress of the top is proofed by the programm

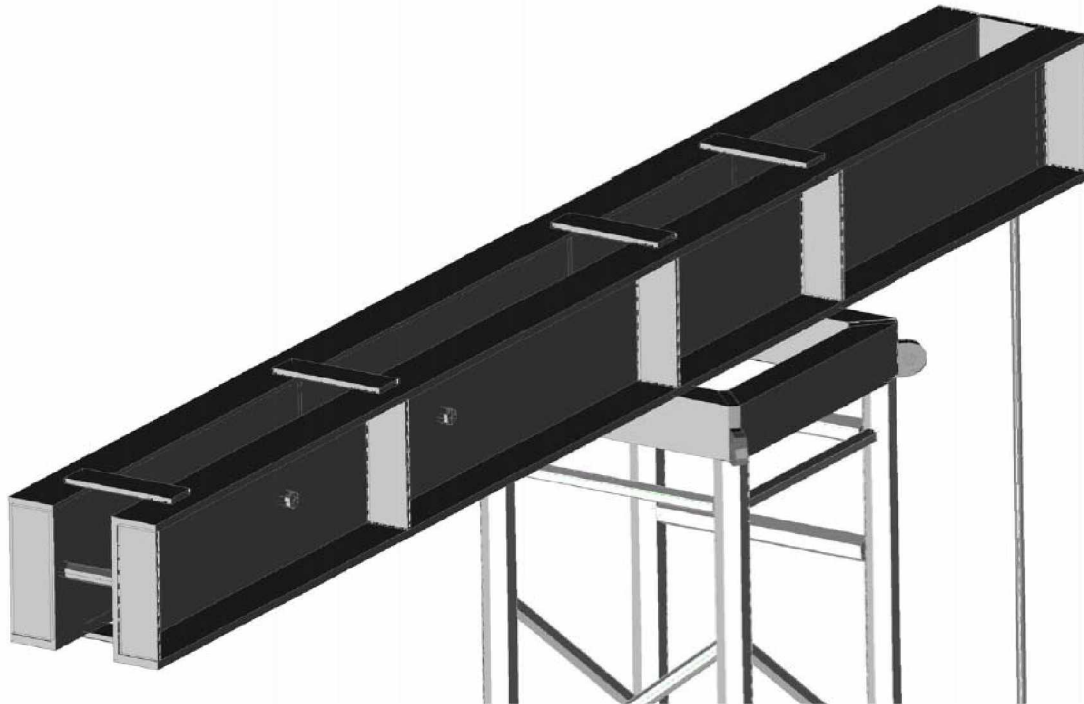
Proof of the bolt M30; length $l = 125$ mm; Quality 8,8
Dynamic load increase factor 1,3

$$M_d = 1,50 \times 1,3 \times 16 \times 12,5/4 = 65 \text{ kNcm}$$

$$W_{\text{bolt M30}} = 2,65 \text{ cm}^3$$

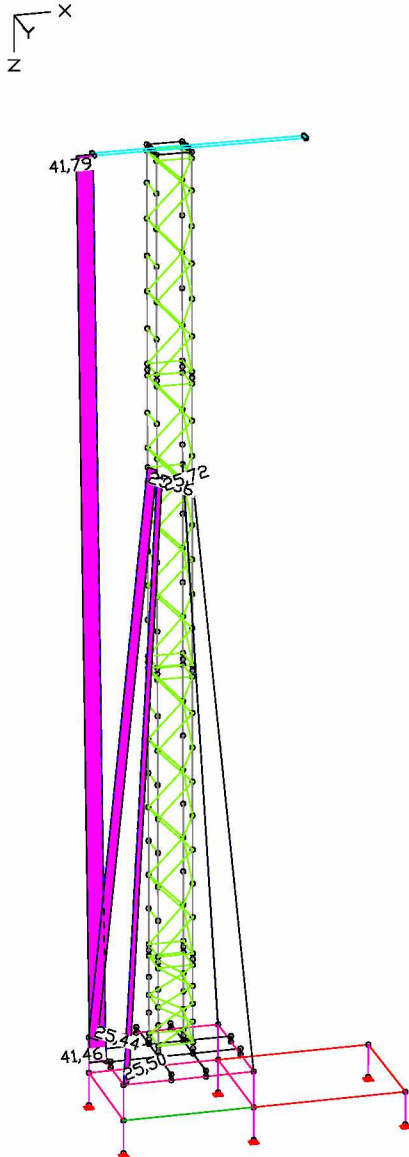
$$M_d/W = 97,5 / 2,65 = 36,8 \text{ kN/cm}^2 < 64 \text{ kN/cm}^2$$

Hollow section frame



hollow section 100x60x8 mm, plate $t = 20\text{mm}$ in the miter joints. No further proof
the half couplers are welded to the hollow section and the miter plate

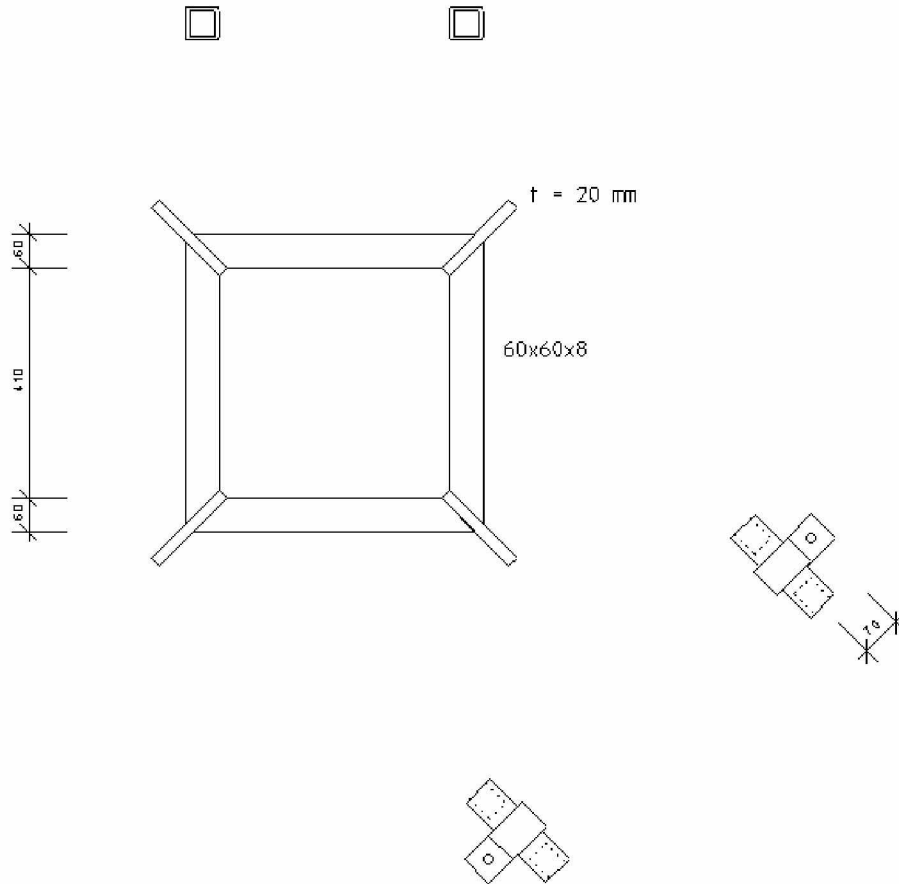
5.2 steel frame for steel cable attachments



LFK 80: Selected Internal forces min,max Nx [kN]
Value range (subsystem, min/max): -0,07/41,79 [kN]

$F = 26 \text{ kN}$

The frame is made of steel ST 37/ S235 JR



distance between holes and center of the profile $e = 70 \text{ mm}$

beding moment $M_d \sim 26 \times 7 = 182 \text{ kNcm}$

$$W = 2 \times 6^2/6 = 12 \text{ cm}^3$$

$$M_d / W = 182 / 12 = 15,17 \text{ kN/cm}^2 < 24/1,1 = 21,8 \text{ kN/cm}^2$$

maximum diameter of the hole $d = 20 \text{ mm}$

on top and bottom the half couplers are welded to the frame.

5.3 Steel cable

$$N_d = 26 \text{ kN} \quad N = 26/1,7 = 15,3 \text{ kN}$$

Steel cable \varnothing 12

1770 N/mm² DIN 12385 or similiar

Quantity required 3,5

$$Z = 84,1 / 3,5 = 24,03 \text{ kN} > 15,3 \text{ kN}$$

$$N_d = 41,46 \text{ Kn} \quad N = 41,46/1,7 = 24,4 \text{ kN}$$

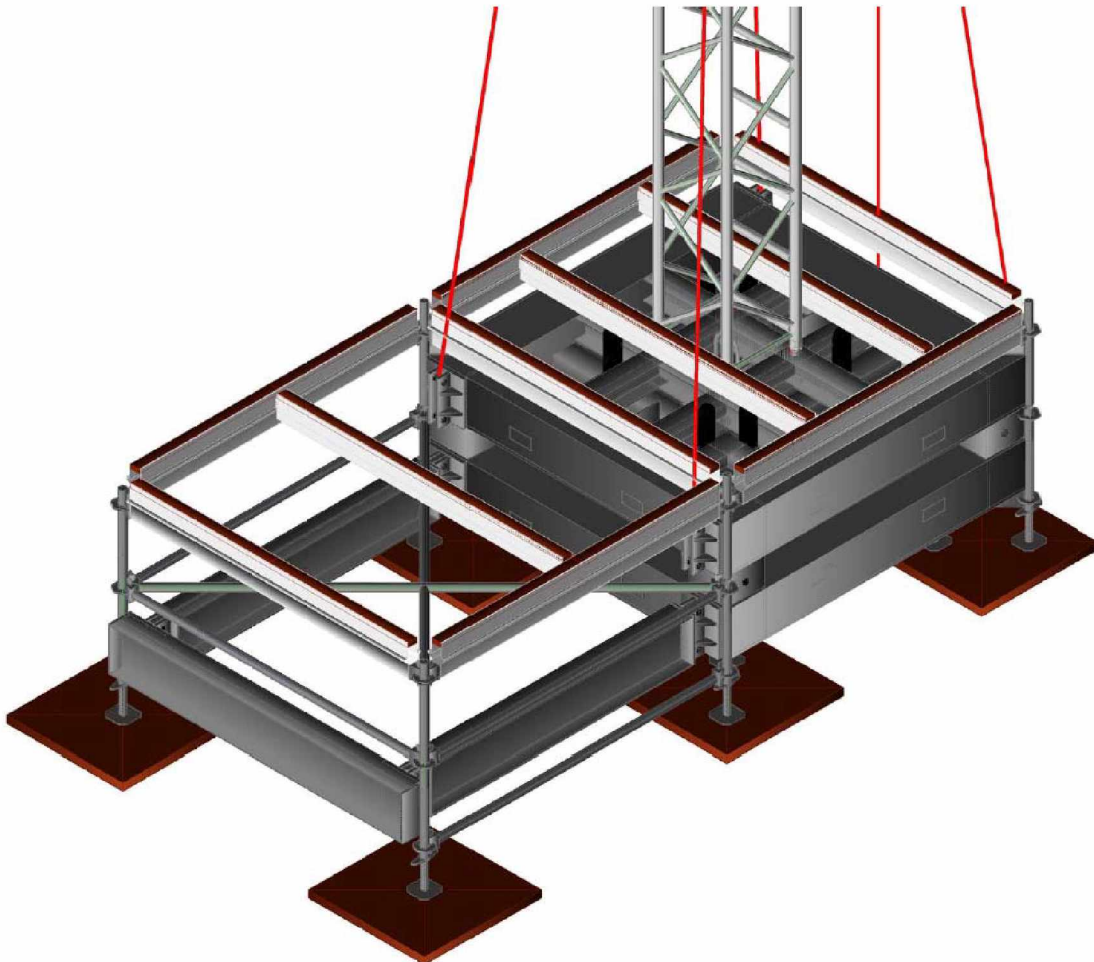
Steel cable \varnothing 14

1770 N/mm² DIN 12385 or similiar

Quantity required 3,5

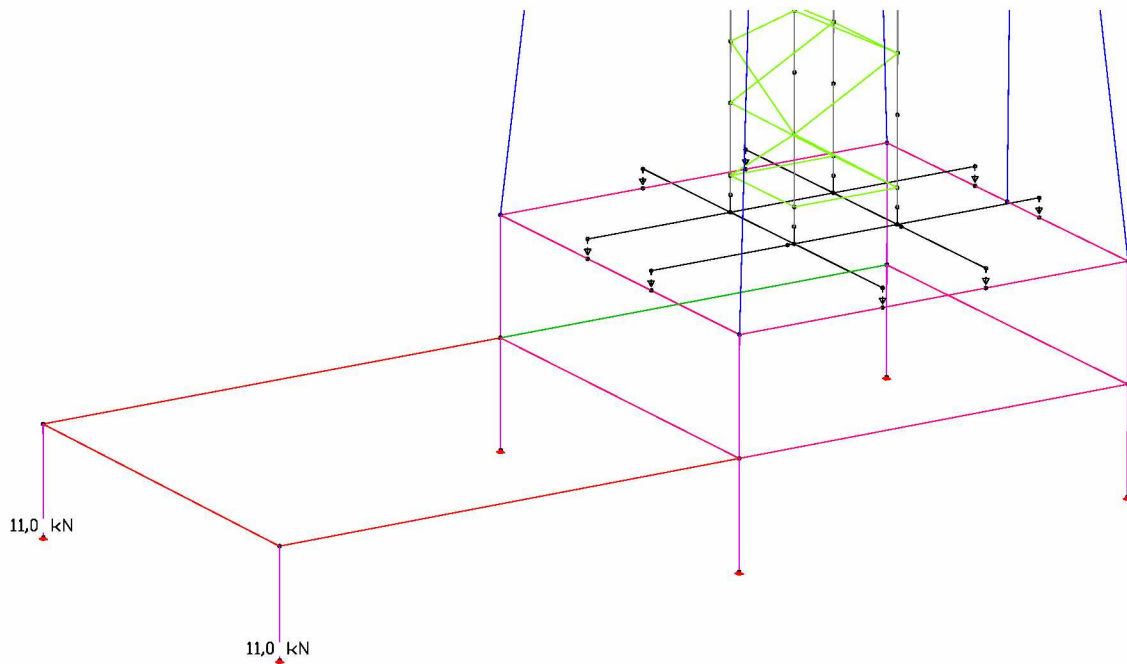
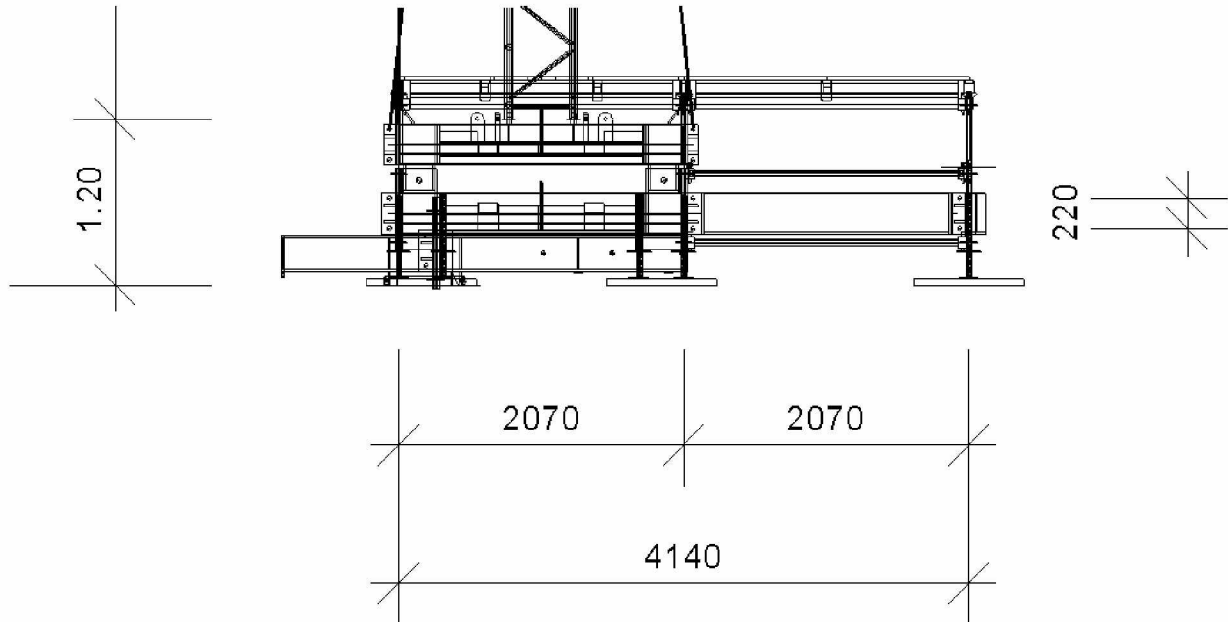
$$Z = 114 / 3,5 = 32,57 \text{ kN} > 24,4 \text{ kN}$$

5.4 Basement



Hollow sections 300x300x8 mm
Double cross HEM 120 with attachments of the truss
Front base IPE 300

The proof of the profiles is done by the programm, the single frames are connected by bolts M 30 Quality 8.8.



LF 10: (LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.0.
 Selected Support reactions in the system of the support lines $R_z(l)$ [kN/m]
 Sum in the global system $R_z(g) = 114,95$ [kN]

$$M_d \text{ base beam connection} = 11,0 \times 2,07 = 22,77 \text{ kNm}$$

$$M_d / 0,22 = 103,5 \text{ kN}$$

shear resistance of a bolt M20 Quality 8.8

$$V_{a,R,d} = 137 \text{ kN}$$

6. NECESSARY BALLAST LOADING

The security against lifting and displacement forces is to be effected by means of ballast loads

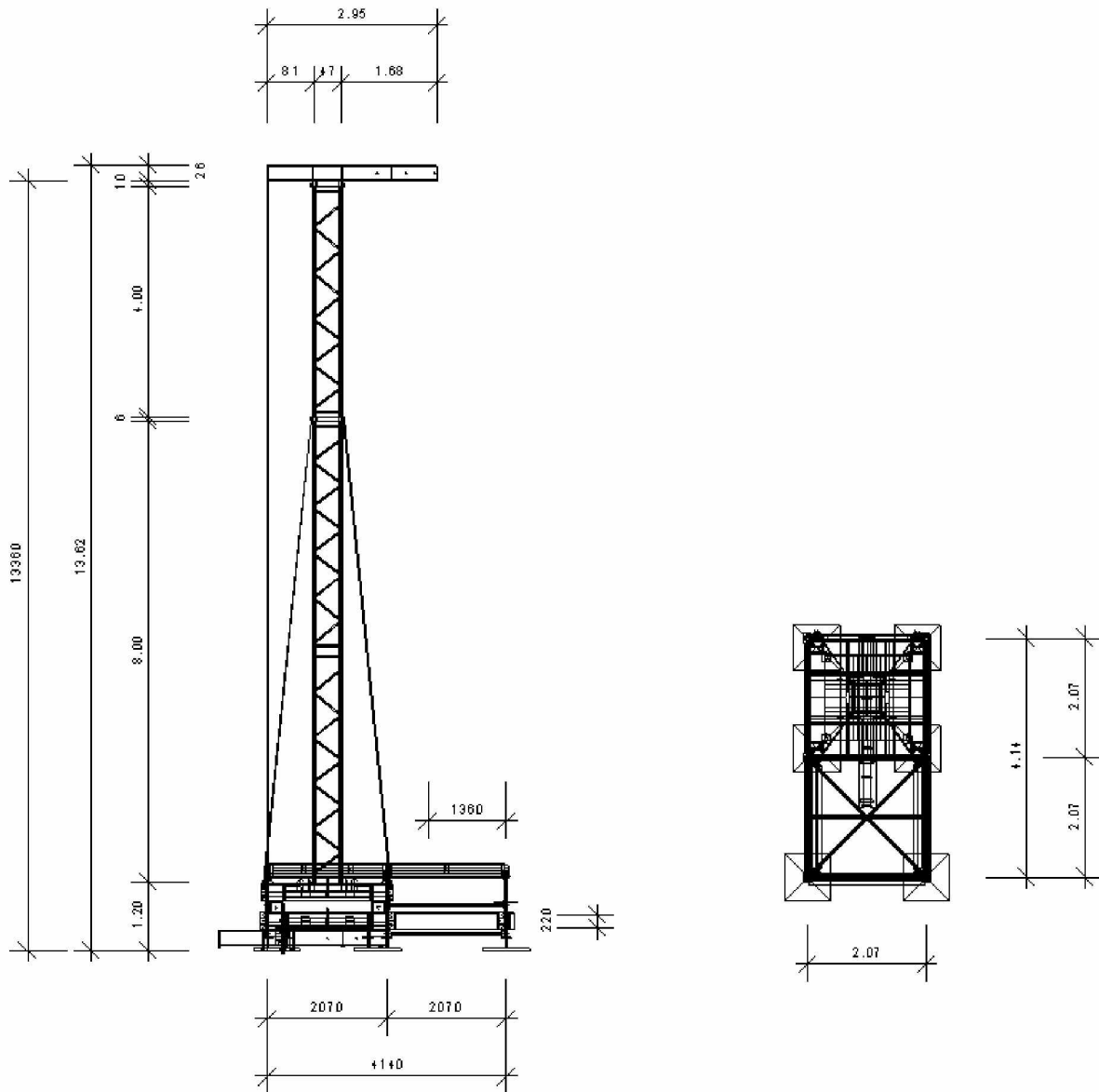
Safety factor: 1.20

frictional coefficient 0.40 (steel to wood)

Sum of installed loads and support reactions

LC.	Label	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	deadweight	-0,000	0,000	25,736
	Support reactions	-0,000	0,000	25,736
2	Live load PA	0,000	0,000	16,000
	Support reactions	-0,000	0,000	16,000
3	Wind PA backside	2,800	0,000	0,000
	Support reactions	2,800	-0,000	0,000
4	Wind PA side	0,000	1,300	0,000
	Support reactions	-0,000	1,300	0,000
5	Wind truss backside	1,033	-0,000	0,000
	Support reactions	1,033	-0,000	0,000
6	Wind truss side	0,000	1,258	0,000
	Support reactions	0,000	1,258	0,000
7	ballast	0,000	0,000	44,000
	Support reactions	0,000	0,000	44,000
8	Wind truss side without reduct	0,000	3,267	0,000
	Support reactions	0,000	3,267	0,000
10	(LF1+2+3+5)x1,7+LF7 The 2.O.	6,517	0,000	114,952
	Support reactions	6,517	-0,000	114,952
11	(LF1+2+4+6)x1,7+LF7 The 2.O.	0,000	4,349	114,952
	Support reactions	0,000	4,349	114,952
12	(LF1+2+3+5+7)	3,833	0,000	85,736
	Support reactions	3,833	-0,000	85,736
20	(LF1+7+8)	-0,000	3,267	85,736
	Support reactions	0,000	3,267	85,736

Necessary ballast loading



wind from backside in use

Calculation of the collapsing Moment

$$M = 13,50/2 \times 1,033 + 2,80 \times 13,50 = 44,77 \text{ kNm}$$

With a safety factor of 1,2

$$1,2 \times 44,77 = 53,72 \text{ kNm}$$

Calculation of the necessary ballast loading

Stability moment

$$44 \times (2,07+2,07/2) + 16 \times 1,36 = 158 \text{ kNm} > 53,72 \text{ kNm}$$

wind from side in use

Calculation of the collapsing Moment

$$M = 13,50/2 \times 1,033 + 1,4 \times 13,50 = 25,87 \text{ kNm}$$

With a safety factor of 1,2

$$1,2 \times 25,87 = 31,04 \text{ kNm}$$

Calculation of the necessary ballast loading

Stability moment

$$44 \times (2,07/2) + 16 \times 2,07/2 = 62,1 \text{ kNm} > 31,04 \text{ kNm}$$

wind from side out of use

Calculation of the collapsing Moment

$$W_{\text{top}} = 0,26 \times 1,3 \times 0,8 = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$w_{\text{truss}} = 1,3 \times 0,52 \times 0,5 \times 0,5 = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{truss}} = 1,3 \times 0,52 \times 0,8 \times 0,5 = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$M = 0,17 \times 8 \times 8/2 + 0,27 \times 5,5 \times (8+5,5/2) + 0,27 \times 3,0 \times 13,50 = 32,33 \text{ kNm}$$

With a safety factor of 1,2

$$1,2 \times 32,33 = 38,80 \text{ kNm}$$

Calculation of the necessary ballast loading

Stability moment

$$44 \times (2,07/2) = 54,54 \text{ kNm} > 38,80 \text{ kNm}$$

ANNEX A

PROLYTE - C52T

Eigengewicht Traverse/deadweight truss

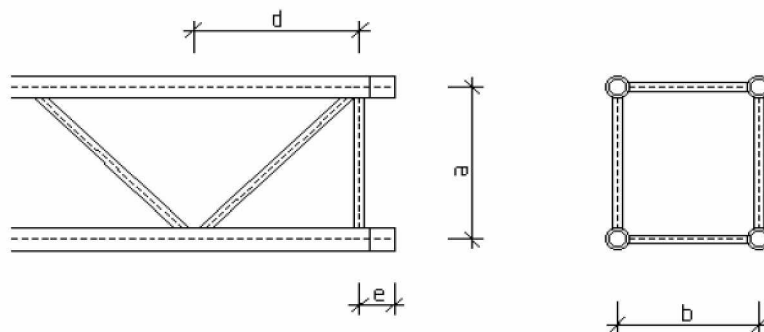
15 kg/m

Querschnittswerte Einzelrohre / cross section single tubes

	D [mm]	t [mm]	A [cm ²]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	It [cm ⁴]	i [cm]
Gurte / chords	60,000	5,000	8,639	10,979	32,938	65,875	1,953
Diagonale vertikal / diagonals vertical	30,000	3,000	2,545	1,565	2,347	4,695	0,960
Diagonale horizontal / diagonals horizontal	30,000	3,000	2,545	1,565	2,347	4,695	0,960
Endrahmen / end frame	30,000	3,000	2,545	1,565	2,347	4,695	0,960

Traversengeometrie / truss-geometry

Höhe/height	a [cm]	47,00
Breite/width	b [cm]	47,00
Abstand der Diagonalen/distance diagonals vertical	d [cm]	47,00
Winkel der vertikalen Diagonalen/angle diagonals vertical	β_v	45,00°
Abstand der Diagonalen/distance diagonals horizontal	d [cm]	47,00
Winkel der horizontalen Diagonalen/angle diagonals horizontal	β_H	45,00°
	e [cm]	8,00



Querschnittswerte Gesamttraverse / cross section complete truss

$$A = 4 \times A_{\text{Einzelrohr/single tube}}$$

$$I = 4 \times I_{\text{Einzelrohr/single tube}} + 4 \times A_{\text{Einzelrohr/single tube}} \times (a/2)^2$$

$$i = (I / A)^{1/2}$$

Die Trägheitsmomente werden aufgrund der nachgiebigen Verbindung Gurte-Diagonalen um 15 % abgemindert.

A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	i _y [cm]	i _z [cm]
34,56	16333,72	16333,72	21,74	21,74

PROLYTE - C52T

Material: / material:

AlMgSi1 F31 / EN AW 6082 T6			
zulässige Spannung / permissible stress	Wärmeeinflußzone / heat aff. zone		Schweißnaht / weld
	Rohre / tube		
Sigma [kN/cm ²]	14,50	8,00	7,20
Tau [kN/cm ²]	8,40	4,60	4,20

Zulässige Normalkräfte der Rohre / permissible Normalforce of the tubes:

zulässige Normalkraft Gurtrohr / permissible normal force chord:	N = +- 69,12 kN
zulässige Normalkraft in den Traversenverbindern / permissible normal force in the fittings:	N = +- 62,20 kN
zulässige Normalkraft Diagonalen vertikal / permissible normal force diagonal vertical:	N = +- 20,36 kN
zulässige Normalkraft Diagonalen horizontal / permissible normal force diagonal horizontal:	N = +- 20,36 kN

Allgemeine Formeln / formulae:

N Gurtrohr / chord tube = $M_y / (2 \times 0,47) + M_z / (2 \times 0,47) + N / 4$

N Diagonale / diagonals = $V_z / (2 \times \sin 45^\circ)$ vertikal / vertical

N Diagonale / diagonals = $V_y / (2 \times \sin 45^\circ)$ horizontal / horizontal

zulässige Schnittgrößen der Gesamttraverse / permissible internal force complete truss:

Biegemoment/bending moment $M_y = 2 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} \times 0,470 =$	58,47 kNm
Biegemoment/bending moment $M_z = 2 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} \times 0,470 =$	58,47 kNm
Normalkraft / normal force $N = 4 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} =$	248,81 kN
Querkraft / transversal force $Q_z = 2 \times N_{\text{Diagonale}} \times \sin 45,00^\circ =$	28,79 kN
Querkraft / transversal force $Q_y = 2 \times N_{\text{Diagonale}} \times \sin 45,00^\circ =$	28,79 kN

Moment und Querkraftüberlagerung/ moment and transversal force interaction

Durch die Abmessungen der Kupplung entsteht an den Kupplungsstellen infolge Querkraft ein zusätzliches Biegemoment im Gurtrohr.

Das heißt, daß an den Stellen an denen gleichzeitig Momente und Querkräfte als Schnittgrößen auftreten, die Spannungen aus beiden Komponenten im Gurtrohr überlagert werden müssen.

$\text{Sigma} = M_{\text{Gurtrohr/chord tube}}/W + N_{\text{Gurtrohr/chord tube}}/A$

$Q_{\text{Gurtrohr/chord tube}} = 0,25 \times Q_{\text{gesamt/total}}$

$M_{\text{Gurtrohr/chord tube}} = Q_{\text{Gurtrohr/chord tube}} \times e^*$

Querkraft verteilt sich auf 4 Gurte

$e^* = 8,00$